

Weitere Beobachtungen über Regeneration und Selbstamputation bei Regenwürmern.

Von

K. Hescheler.

In einer Arbeit, die im Frühjahre 1896 erschien ¹⁾, veröffentlichte ich eine Reihe von Beobachtungen über Regenerationsvorgänge bei Regenwürmern. Ich will die Resultate jener Untersuchung hier nicht wiederholen, sondern nur eine Schlussfolgerung hervorheben, die sich aus den angestellten Versuchen ergab, nämlich, dass bei den verwendeten Species: *Lumbricus Hercules* Savigny, *L. rubellus* Hoffm., *Allolobophora foetida* Sav., *All. caliginosa* Sav. und *All. terrestris* Sav. (die Mehrzahl der Beobachtungen bezieht sich auf letztgenannte Art) ein Ersatz des verloren gegangenen Vorderendes nur in beschränktem Masse eintritt. Beweis hiefür ist einmal die Thatsache, dass die Regenerationsfähigkeit bei einem Verluste von mehr als etwa 10 vorderster Segmente rasch sinkt, dass nur noch bei Abnahme der 15 ersten Segmente wirkliche Regenerate auftraten, bei grösserm Verlust bloss noch Knospen, die sich nicht weiter entwickelten; ferner spricht dafür der Umstand, dass das Auftreten und die Ausbildung der Regenerate um so stärker individuell variiert je grösser der Verlust, während nach Entfernung weniger vorderster Segmente in dieser Hinsicht gewisse zeitliche Normen gegeben werden können, und endlich ist anzuführen, dass die volle Zahl der verloren gegangenen Segmente gewöhnlich nicht wieder ersetzt wird, mag der Verlust 4 oder 15 Segmente betragen; meist werden 4 oder 5

¹⁾ Hescheler, K.: Ueber Regenerationsvorgänge bei Lumbriciden. Jeunaische Zeitschr. Bd. XXX. 1896.

regeneriert, also durchaus keine Progression entsprechend dem grössern Verluste.

An jener Stelle wurde auch erwähnt, dass Morgan¹⁾, der gleichzeitig mit *All. foetida* ähnliche Versuche anstellte, zu ziemlich entsprechenden Resultaten gelangte und auch den Ersatz grösserer vorderer Partien bei diesen Würmern als Ausnahme hinstellte.

Nun erschien schon Ende 1895 (mein Manuskript war bereits zum Druck abgesandt) die höchst interessante Mitteilung von Korschelt²⁾ über „Transplantationsversuche an Regenwürmern“, die in seinem Laboratorium von Joest ausgeführt worden waren. In der Einleitung wird bemerkt, dass das Regenerationsvermögen der Regenwürmer ein ganz erstaunliches sei; nicht nur vermöge ein in der Mitte geteiltes Individuum zu zwei vollständigen sich zu ergänzen, sondern ganz kleine Stückchen, „deren jedes nur aus wenigen Segmenten besteht,“ seien im stande, sowohl einen Kopf- als einen Schwanzabschnitt neu zu bilden. „Um dieses fast erstaunliche Regenerationsvermögen von *Lumbricus* zu demonstrieren“, so heisst es weiter, „wurden einige Schalen mit solchen Teilstücken aufgestellt. Die kleinsten derselben bestehen aus 3 bis 4 Segmenten und sind nur einige Millimeter lang. Eine Partie dieser Teilstücke wurde erst vor 8 Tagen hergestellt, eine andere vor 28 und eine dritte vor 43 Tagen. Während bei der ersteren nur erst ein Verschluss der Wundstellen zu erkennen ist, zeigen die andern schon die Neubildung des Kopf- und Schwanzendes. Man hat in ihnen also bereits wieder kleine, aber noch unvollständige (zu kurze) Würmer vor sich.“

Diese Angaben laufen nun den meinigen, was die Regeneration des Vorderendes anbelangt, direkt zuwider. Sie sind jedoch so unzweideutig und klar gegeben, dass an ihrer Richtigkeit nicht gezweifelt werden kann. Andererseits haben aber auch die Beobachtungen von Morgan und mir an Beweiskraft nichts verloren, und ich muss nach wie vor an den von mir aufgestellten Sätzen festhalten. Es gibt, so glaube ich, nur ein Mittel, diesen Widerspruch zu lösen. Das ist die Annahme, dass es sich bei den Ver-

¹⁾ Morgan, Th. H. A study of metamerism. Quart. Journ. of micr. Sc. Vol. 37. 1895.

²⁾ Korschelt, E. Transplantationsversuche an Regenwürmern. Sitzber. der Ges. z. Beförd. d. ges. Natw. Marburg, Dez. 1895.

suchen von Joest um andere Species handelt, als die, welche Morgan und ich verwendeten. Darüber findet sich in der angezogenen Mitteilung nur ungenügend Aufschluss. Die einzige Stelle, die darüber etwas ersehen lässt, ist oben citiert: „dieses fast erstaunliche Regenerationsvermögen von *Lumbricus*“; allein es scheint, dass hier der Gattungsname als Kollektivbegriff für unsere einheimischen Regenwürmer genommen ist. Weiter lesen wir bei der Beschreibung der eigentlichen Transplantationsversuche, dass dazu als Versuchsobjekte dienten „*Lumbricus terrestris* L. (*agricola* Hoffm.), *L. rubellus* Hoffm. und *L. communis* Hoffm.¹⁾“. Unter diesen ist einzig *L. rubellus* eine gegenwärtig noch anerkannte und wohl umschriebene Art. Die andern beiden sind alte Speciesnamen, die eine Reihe von bei uns gemeinen Arten bezeichnen. So ist es wohl möglich, dass sich eine oder mehrere darunter befinden, die ich zu meinen Experimenten nicht verwendete und die ein viel stärker entwickeltes Regenerationsvermögen besitzen.

Für *Lumbricus Hercules* Sav., *Allolobophora terrestris* Sav. und *All. caliginosa* Sav., die alle auch unter *L. terrestris* L. (*agricola* Hoffm.) und *L. communis* Hoffm. gehören, habe ich übrigens weitere Versuche über die Regeneration des Vorderendes angestellt, Versuche, die durchaus meine frühern Resultate bestätigen. Da die Würmer für die erwähnten Transplantationsversuche in Schalen mit feuchtem Fliesspapier gezogen wurden und, was aus der Mitteilung nicht zu ersehen, dies vielleicht auch für die Tiere zur Demonstration des Regenerationsvermögens praktiziert wurde, hielt ich meine Versuchstiere zum Teil ebenfalls in feuchtem Fliesspapier. Dieses Vorgehen scheint insofern vorteilhaft, als die Sterblichkeit bedeutend herabgemindert wird. Es empfiehlt sich daher, die Versuchsobjekte erst nach einigen Wochen in Erde zu bringen. Von den genannten Species lebten nun wiederum hintere Hälften oder kleinere Partien eines Regenwurmes im allgemeinen etwa einen

¹⁾ Ich darf hier vielleicht den Wunsch aussprechen, dass alle diejenigen, die sich zum Zwecke histologischer Untersuchung oder experimenteller Beobachtung mit Regenwürmern beschäftigen, diese nach den neuen systematischen Werken bestimmen (*Rosa*, *Beddard* etc.) und sich nicht einfach veralteter, ungültig gewordener Speciesnamen bedienen, um so mehr als der volle Umfang der darunter verstandenen wirklichen Arten jetzt nur schwer mehr erkannt werden kann.

Monat, einzelne aber auch 3 bis 4 Monate, ohne am Vorderende neue Segmente zu bilden. Zwei Exemplare (*All. terrestris*) wurden in ganz kleine Stückchen, bestehend aus ca. 10 Segmenten, zerlegt; von diesen lebten die meisten etwa einen Monat, einige wenige 2 oder $2\frac{1}{2}$ Monate. Davon regenerierte kein einziges ein Vorderende; 1 Stückchen dagegen, etwa der Mitte entnommen, bekam nach 18 Tagen ein Schwanzregenerat in Form eines langen dünnen Anhängsels, wie ich das in der ersten Arbeit beschrieben habe.

Der Satz, dass wenige Segmente, irgend einem Regenwurmkörper entnommen, im Stande sind, sowohl das Vorder- wie Hinterende neu zu erzeugen, ist daher, in dieser Allgemeinheit ausgesprochen, nicht richtig. Dagegen mögen wohl einige Arten, offenbar aber nicht die, welche ich untersuchte, wirklich „ein erstaunliches“ Regenerationsvermögen besitzen, was nach den Mitteilungen von Korschelt angenommen werden muss.

Auch weitere Versuche, die in der frühern Arbeit bereits erwähnt sind, wurden fortgesetzt, so einzelne Individuen im Winter bei einer Temperatur von 25° C. im Wärmekasten gehalten. Wiederum zeigte sich, dass dies bei *All. foetida* den Einfluss ausübt, dass die Regenerate sich so rasch wie im Sommer bilden, während bei andern Arten der gleiche Erfolg nicht erzielt werden kann. Zur Erklärung dieser Thatsache wurde früher schon die Lebensweise der einzelnen Arten in Betracht gezogen. Unter den gleichen Bedingungen erhielt ich auch von einer geringen Anzahl *All. foetida*, welche etwa die vordere Hälfte verloren hatten, kleine Regenerate zum Ersatz der letztern, darunter eines, an dem 4 bis 5 neue Segmente undeutlich unterschieden werden konnten. Doch handelt es sich auch da nur um einzelne Fälle, dazu noch die Kleinheit der Neubildungen, Beweis genug, dass auch speciell für *All. foetida* die frühern Behauptungen aufrecht erhalten werden können.

Es sei ferner erwähnt, dass in einer kürzlich erschienenen systematischen Abhandlung De Ribaucourt¹⁾ unter *All. caliginosa* und *terrestris* bemerkt, es sei bei vielen Individuen dieser

¹⁾ E. de Ribaucourt: Etude sur la faune lombricide de la Suisse. Revue suisse de zoologie, vol. IV. 1896.

Arten am Schwanzabschnitte „un phénomène assez curieux“ zu konstatieren, indem an einer Stelle auf Segmente von normaler Grösse dicht gedrängte kleinere Ringe folgen. „Les anneaux . . . avaient l'aspect d'être en pleine période de multiplication quoique l'animal fût arrivé à l'état adulte“. Diese Beschreibung und die Figuren 26 und 65 citierter Abhandlung zeigen deutlich, dass es sich in diesen Fällen um Regenerate handelt, welche ja, wie früher erwähnt wurde, gerade bei diesen zwei Arten am auffälligsten sich zeigen.

Doch diese kurzen Bemerkungen nur so nebenbei. Zweck dieser Zeilen ist vielmehr, auf eine Eigenschaft der Regenwürmer genauer einzugehen, über die früher nur andeutungsweise gesprochen, und die bis dahin von niemand besonders hervorgehoben wurde, nämlich das Vermögen der Selbstamputation¹⁾. Ich will, um nicht immer auf meine frühere Arbeit zurückkommen zu müssen, die dort erwähnten Beobachtungen und neu angestellte Versuche zusammenfassen.

Fälle von Autotomie fanden sich bei folgenden Arten der Gattungen *Lumbricus* und *Allolobophora*:

L. Hercules Sav. und *L. rubellus* Hoffm.

All. foetida Sav., *All. chlorotica* Sav., *All. caliginosa* Sav.,

All. terrestris Sav. und *All. cyanea* Sav.

Das Vermögen ist wohl allgemein bei unsern Regenwürmern verbreitet; denn bis jetzt kam mir keine Art in die Hände, die nicht selbstamputiert hätte.

Als Ursachen, die dabei in Betracht kommen, sind zu nennen:

1) Unbehagen, 2) mechanische Reize, 3) chemische Reize, 4) Elektrische Reize, 5) Absterben.

Die erste Ursache, die als Unbehagen bezeichnet wird, greift insofern verschiedenartige Fälle in sich, als hier der eigentlich in Betracht kommende Reiz nicht bekannt ist. Wenn ein Wurm nach Verweilen auf der flachen Hand, oder auf dem Zimmerboden zum Abschnüren einzelner Körperabschnitte veranlasst wird, so mag dies die Folge der Wirkung der menschlichen Körperwärme

¹⁾ Herr Dr. Gutzwiller in Basel teilte mir übrigens mit, dass er schon seit einiger Zeit ähnliche Beobachtungen gemacht habe, und dass ihm dabei auch aufgefallen, dass die Regenwürmer nur Teile des hintern Körperabschnittes abschnürten.

oder aber des Austrocknens oder sonstiger Einflüsse sein. Diese Fälle sind sehr charakteristisch, wenn auch nicht häufig. Unter den Augen des Beobachters zerspringt der Wurm in 2 Stücke, ein kleineres hinteres und ein längeres vorderes.

Viel sicherer tritt Selbstamputation auf mechanische Reize, Druck, Stich, grössere Verletzungen des Körpers, ein. Diese Fälle, sowie die Einschränkung, die hier gilt, sollen nachher besprochen werden.

Auch chemische Mittel, speciell Narcotica, vermögen Regenwürmer zum Abschnüren gewisser Teile zu veranlassen. Beobachtet wurde dies nach Einwirkung von Chloralhydrat, Chloroform und Formol. Andere Stoffe reagiren wohl ähnlich, doch mangeln darüber Versuche. Es sei bemerkt, dass schwacher Alkohol, wie er zum Betäuben der Tiere angewendet wird, nie in dem Sinne wirkte.

Weitere Versuche ergaben ferner, dass elektrische Reize ganz ähnliche Erscheinungen hervorzurufen im Stande sind.

Endlich wird man in vielen Fällen bei absterbenden Tieren Einschnürungen am Körper und Abschnürung einzelner Teile beobachten können.

Aus alledem geht hervor, dass hier typische Selbstamputation vorliegt, wie sie für andere Formen schon genau untersucht und beschrieben wurde ¹⁾. Es sind die nämlichen Reize, die z. B. bei Krabben, Insekten, Echinodermen etc. die Selbstverstümmelung bewirken. Annäherung einer Flamme ergab allerdings bei den Regenwürmern nur negatives Resultat. Immerhin ist nicht zu vergessen, dass die Autotomie der Lumbriciden nicht so ausgeprägt erscheint wie bei oben erwähnten Formen oder etwa wie bei manchen Polychaeten oder Oligochaeten des süßen Wassers. Hier genügt meist ein geringer Reiz, um mit ziemlicher Sicherheit die autotomirenden Bewegungen hervorzurufen; bei den Regenwürmern ist die Sache schon capriciöser, sonst wäre wohl diese ihre Eigenschaft auch schon längst aufgefallen.

Bei den angestellten Versuchen trat eine Thatsache deutlich hervor, dass die Regenwürmer blos im hintern Abschnitte ihres Körpers amputieren, niemals in der vordern Hälfte oder genauer

¹⁾ Siehe die Zusammenstellung der Litteratur bei Fredericq, L.: L'autotomie ou la mutilation active dans le règne animal. Bull. de l'acad. roy. de Belgique, 3^e sér. t. XXVI, 1893.

gesagt, im vordersten Drittel, mag der Reiz von einer Art sein, wie er will. Diese Einschränkung vorausgesetzt, wird aber die Abschnürung im amputationsfähigen Teile an keiner bestimmten Stelle ausgeführt; es ist dies hervorzuheben, weil bei manchen Formen, z. B. Arthropoden, der Bruch an einer genau vorgezeichneten Stelle stattfindet. Soviel ist aber sicher, was ich früher nicht bestimmt ausdrückte, dass das Abschnüren zwischen zwei Segmenten vor sich geht.

Bei den Ursachen Unbehagen, Absterben, Wirkung chemischer Agentien kann man nun bloss konstatieren, dass Teile des hintern Körperabschnittes, bald grössere, bald kleinere, bald einer, bald mehrere, abgeschnürt werden. Anders verhält es sich bei mechanischen Reizen und Einwirkung elektrischer Ströme. Hier hat man es in der Hand, die Amputation an bestimmter Stelle vor sich gehen zu lassen, und hier lässt sich auch direkt der Beweis erbringen, dass im vordersten Körperabschnitt Autotomie ausgeschlossen ist. Ich will diese Art der Versuche noch näher beschreiben.

Nehmen wir einen Regenwurm, z. B. von der grössten bei uns vorkommenden Art, *L. Hercules*, ein Exemplar, schneiden vom Hinterende aus in der Medianlinie den Körper auf etwa 20 Segmente mitten durch, so wird entweder plötzlich in den darauffolgenden Sekunden der Körper wenige Segmente vor dem Ende der Wunde durchreissen, so rasch, dass der Darminhalt explosionsartig hervorgespritzt wird, oder aber es bildet sich an derselben Stelle nach einigen Minuten eine leichte Einschnürung, die sich rasch verstärkt und schliesslich zum Durchreissen bis auf den Darm führt. Der letztere hält die Stücke wie eine Schnur zusammen. Wird der Schnitt schief geführt oder eine stärkere Verletzung an der Seite des Körpers beigebracht, so erfolgt auch Abschnürung der verletzten Stelle, natürlich samt den dahinter liegenden Segmenten. Schneiden wir dagegen senkrecht zur Längsachse des Tieres quer durch, tritt keine Amputation ein; denn es wird ja im letztern Falle schon ausgeführt, was durch die Autotomie erreicht werden soll, an Stelle der grossen Wundfläche eine kleine, rasch verheilende zu schaffen, von der aus auch Regeneration des verloren gegangenen Teiles erfolgt. Ist nun das verletzte Stück abgestossen worden, und wird die Operation am unverletzten wieder-

holt, so erfolgt gewöhnlich wieder Amputation, dann vielleicht noch ein drittes, ein viertes Mal u. s. w. Es lässt sich einsehen, dass man auf diese Weise den Körper so zerkleinern könnte, bis man zu der vordern Grenze der amputationsfähigen Zone, deren Vorhandensein wir behaupteten, gelangte. In Wirklichkeit ist dies im allgemeinen nicht möglich; denn mit jeder Operation erschöpft sich das Tier immer mehr, die Reaktion wird undeutlicher; man wird kaum bis zur Mitte des Körpers kommen.

Das Vorhandensein einer vordern Grenze kann aber auf andere Art bestimmt und bewiesen werden. Es zeigte sich, dass nicht nur solch' grobe Verletzungen des Körpers den beschriebenen Vorgang hervorrufen, sondern dass hierzu in vielen Fällen blosser Einstich mit einem spitzigen Instrument in die Gegend des Bauchmarks genügt. Wird diese Operation vor der Mitte des Körpers ausgeführt, so bleibt sie stets ohne Erfolg, dahinter wird sie aber in den meisten Fällen zur Durchschnürung vor der Einstichstelle führen. Nun ist das Verhalten der einzelnen Individuen immerhin ein sehr verschiedenes, weshalb es auch nicht möglich ist, von einer scharfen Grenze zu sprechen, doch ist im allgemeinen, das gilt für *L. Hercules*, *All. terrestris* und *All. caliginosa*, nur die hintere Körperhälfte der Selbstamputation fähig. Aehnliche Resultate wurden erhalten, wenn die Würmer in der Mitte halbiert wurden; die vordere Hälfte amputierte nie. Diese Versuche scheinen jedoch anfechtbar, weil das Tier durch die vorausgehende Operation schon geschwächt war.

An dieser Stelle will ich gleich anführen, dass nicht nur Regenwürmer, denen die vordersten Segmente fehlten, ebenso gut selbstamputierten wie intakte Tiere, sondern dasselbe war bei hintern Hälften, ja sogar bei kleinen Teilstücken, der amputationsfähigen Zone entnommen, der Fall. Es scheint, dass jedes der innerhalb dieser Zone liegenden Ganglien im stande ist, die autotomierende Bewegung auszulösen. Dabei machte ich einige Male die eigentümliche Beobachtung, dass solche Teilstücke nicht amputierten, wenn sie von der dem Vorderende zugekehrten Seite gereizt wurden, sofort aber, wenn der Reiz von hinten erfolgte. Es zeigt sich in dieser Richtung bei den kleinen Stücken dieselbe Orientierung in bezug auf vorn und hinten wie beim ganzen Wurm.

L. rubellus scheint für solche Versuche sehr günstig zu sein.

Bei dieser Art bedarf es oft gar nicht eines Einstiches oder Einschneidens, um den Vorgang zu bewirken, sondern dazu genügt häufig kräftiges Packen mit der Pincette. Hier gelang es eine vordere Grenze der amputationsfähigen Zone etwa beim 50. Segmente festzustellen. Im weitern wurde das Gleiche wie bei den erwähnten Arten beobachtet.

All. foetida reagiert sehr wenig auf Einschneiden und Einstich; dagegen ziemlich leicht auf Packen mit der Pincette unter starkem Druck. Manchmal erregt diese Operation den Anschein, dass das Tier einfach entzweigedrückt werde; das stellt sich aber stets als unrichtig heraus, weil der Bruch vor der Angriffsstelle erfolgt. Im vordersten Körperabschnitt kann man übrigens den stärksten Druck anwenden, das Tier wird dennoch nicht entzweibrecken. Die Grenze liegt bei dieser Form weiter vorn, etwa beim 40. Segment. Ich will noch erwähnen, dass bei einer solchen *All. foetida* einmal 15 Segmente, dem hintern Körperabschnitte entnommen, noch 6 davon amputierten, ein Beweis dafür, dass die vorderste Körperregion, die nicht mehr die Autotomie ausführt, nicht etwa wegen ihrer Kürze zu wenig kräftige Muskelkontraktionen vollziehen kann.

Bei *L. Hercules* und *All. foetida* wurden sodann mittelst elektrischen Reizen ganz die nämlichen Resultate konstatiert: das Vorhandensein der vordern Grenze für die Selbstamputation, die Möglichkeit, kleine Stücke zum Amputieren zu veranlassen, wobei auch eine Orientierung im Sinne von vorn und hinten vorhanden.

Ich habe schon früher hervorgehoben, dass die Thatsache, dass die Selbstamputation bei diesen Formen nur in den hintern Körperabschnitten erfolgt, eine gewisse Beleuchtung erfährt durch die Regenerationsvorgänge dieser Tiere. Vorn findet auf einen schiefen Schnitt hin Regeneration von der schiefen Wundfläche aus statt; hinten tritt in diesem Falle Selbstamputation ein¹⁾ und Regeneration von dem neuen, dem normalen ähnlich gestalteten Hinterende aus. Im allgemeinen aber wird das Vorderende nur in beschränktem Masse regeneriert, so wenigstens bei den oben citierten Arten, wie

¹⁾ Bei frisch regenerierten Schwanzenden unterbleibt die Selbstamputation; entweder verheilt die Schnittwunde oder, falls ein Stück weggenommen wurde, wird dieses wieder regeneriert.

wir eingangs gesehen haben; das Hinterende findet dagegen leichten Ersatz; häufig werden Würmer angetroffen (*All. terrestris* und *caliginosa*), die die hintere Hälfte des Körpers, zuweilen noch mehr, vollständig regeneriert haben. Diese Würmer amputieren daher bloss den Teil, den sie leicht wieder ersetzen können. Eine eigentliche Erklärung ist damit freilich nicht im geringsten gegeben. Existieren nun, wie nach den Mitteilungen Korschelt's anzunehmen ist, Arten, die, was den Ersatz des Vorderendes betrifft, mit einem viel reichern Regenerationsvermögen ausgestattet sind als die erwähnten, so dürfte eine Untersuchung der Selbstamputationsvorgänge bei diesen Formen von grossem Interesse sein.

Im Anschlusse an obige Beobachtungen will ich erwähnen, dass bei der Polychaetenform *Nephtys scolopendroides* ganz ähnliches festgestellt werden kann, wie mich einige wenige Versuche belehrten. Ein solcher Wurm amputiert sehr leicht; packt man ein Exemplar am Hinterende, so schnürt es sofort das festgehaltene Stück ab, fasst man mit der Pinzette weiter vorn, wiederholt sich der Vorgang u. s. w. Doch wird es nicht gelingen, vor dem 40. Segmente ungefähr ein Durchschnüren oder auch nur ein partielles Durchreissen des Körpers zu erzwingen. Ebensowenig wird sich ein Erfolg zeigen, wenn das Tier am Vorderende gepackt wird. Auch hier scheint eine vordere Grenze für das Auftreten der Selbstamputation gegeben, welche übrigens nahezu nach der Segmentzahl mit der bei *Lumbricus* gefundenen übereinstimmt. Auch *Nephtys* amputiert, wenn die vordersten Nervencentren fehlen.

Diese Uebereinstimmung im Verhalten bei einer doch ziemlich entfernten Form lässt wohl auf eine allgemeinere Verbreitung der genannten Einschränkung bei der Selbstamputation innerhalb der Abteilung der Chaetopoden schliessen. Es fehlen aber meist genauere Beobachtungen in dieser Richtung. Dass übrigens bei manchen Annelidenformen die Verhältnisse wieder ganz anders liegen, beweist eine Angabe von Joyeux-Laffuie¹⁾ über *Chaetopterus*, bei dem auch Selbstamputation nachgewiesen ist; der Bruch findet aber hier an ganz bestimmter Stelle, zwischen dem 1. und 2. Segment der mittlern Region statt, und, das ist wichtig, bloss auf Reize hin,

¹⁾ J. Joyeux-Laffuie: Etude monographique du Chétopère. Arch. de zool. expér. 2^e sér. t. VIII. 1890.

die in der vordern Region beigebracht werden. „L'irritation de la partie supérieure seule, produit ce phénomène, et l'on peut impunément saisir l'extrémité inférieure. Parfois dans ce cas, il y aura également rupture, mais alors elle se produira en général au voisinage de la partie saisie, comme cela s'observe fréquemment chez plusieurs annélides.“ Nach der Selbstamputation sind beide Teile, sowohl der hintere, wie der vordere, im stande zu regenerieren. Obwohl Chaetopterus, wie angegeben wird, stets in seine Röhre zurückgezogen lebt, scheint doch der Umstand, dass ein Reiz von vorn hier gerade Autotomie auslöst, im Zusammenhang mit der Lebensweise zu stehen, indem das Tier wohl am Vorderende den meisten Verletzungen ausgesetzt ist.

Selbstamputationsvorgänge, das zeigen diese Beispiele deutlich, sind Anpassungserscheinungen, und das Vermögen selbst wird wohl innerhalb einer bestimmten Gruppe erworben und spezialisiert. Schon früher wurde darauf hingewiesen, dass bei den Oligochaeten das Auftreten der Selbstamputation mit der Ausbildung des Regenerationsvermögens Hand in Hand zu gehen scheint. Die verschiedensten Arten lassen sich zu einer Kette gruppieren, als deren letztes Glied Formen mit ungeschlechtlicher Fortpflanzung durch Teilung imponieren¹⁾. Bei Lumbricus und Allolobophora noch in beschränktem Masse vorhanden, zeigt sich die Autotomie sehr ausgeprägt bei Allurus, wie mich Versuche überzeugt haben, und dem entspricht wohl (die Zahl der Beobachtungen ist noch gering) ein verstärktes Regenerationsvermögen; dann folgt etwa Criodrilus, nach den Beschreibungen ein ausserordentlich „zerbrechliches“ und auch sehr regenerationsfähiges Tier, endlich Lumbriculus mit ungeschlechtlicher Fortpflanzung durch Teilung, die nur zu gewisser Jahreszeit zu erfolgen scheint. Der gleiche Wurm ist aber auch im stande, zu irgend einer Zeit und auf beliebigen Reiz hin Selbstamputation eintreten zu lassen; die Teilstücke werden durch Regeneration zu ganzen Tieren: es ist durchaus der nämliche Vorgang wie bei der Teilung als normalem Fortpflanzungsakt, nur die Ursachen, die ihn hervorrufen, sind verschieden.

¹⁾ Genaueres über diese Verhältnisse und Beziehungen siehe bei Kennel, J. v. Ueber Teilung und Knospung der Tiere. Dorpat 1888; und Lang, A. Ueber den Einfluss der festsitzenden Lebensweise auf die Tiere. Jena 1888.